

## Área temática: Estratégia e Organizações

### Paisagens de Kauffman e Posicionamento Estratégico sob Condições de Risco

#### AUTORES

##### **HERBERT KIMURA**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
herbert.kimura@gmail.com

##### **ALBERTO SUEN**

Universidade de São Paulo  
albertosuen@fgvsp.br

##### **LEONARDO BASSO**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
LEONARDOBASSO@MACKENZIE.COM.BR

##### **EDUARDO KAZUO KAYO**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
eduardo.kayo@mackenzie.com.br

**Resumo:** Dentro de uma estrutura de análise estritamente financeira, as empresas devem formular estratégias que visem a criação de valor. Porém, a complexidade do ambiente competitivo no qual as empresas estão inseridas e os diversos aspectos de comportamento frente ao risco podem influenciar o processo de tomada de decisão e dificultar a identificação e a implantação de estratégias maximizadoras de riqueza. Baseado na adaptação, para a área de administração, do conceito de paisagens enrugadas do modelo NK de Kauffman da biologia evolutiva, este artigo discute a busca por posicionamento estratégico que conduz a melhores níveis de adaptação ao ambiente competitivo. Em particular, através da modelagem matemática e da implementação de algoritmos computacionais, são simulados o comportamento de uma indústria composta por várias organizações. Os resultados sugerem que, em modelos simplistas, no qual não se leva em consideração aspectos de risco das alternativas estratégicas, as empresas tendem a se concentrar em alguns poucos tipos de estratégias competitivas, refletidas em combinações específicas de atributos ou características. Porém, a introdução de comportamento frente ao risco no processo decisório induz uma indústria com maior diversidade estratégica, sugerindo, por exemplo, inércia empresarial ou outros conflitos de interesse que impedem a aproximação de pontos de máximos locais. Palavras-chave: posicionamento estratégico, paisagens de Kauffman, comportamento frente ao risco

**Abstract:** In a strict financial analysis structure, companies must formulate strategies that create value. However, the complexity of the competitive environment in which companies are involved and the several behavioral aspects associated to risky conditions can influence the decision making process and make it difficult to identify and implement strategies of wealth maximization. Based in an adaptation, for the business field, of the concept of rugged landscapes of Kauffman's NK model of evolutionary biology, this paper discusses the search for strategic positioning that leads to higher levels of adaptation into the competitive environment. In particular, through mathematical modeling and implementation of a computational algorithm, the behavior of an industry is simulated. The results suggest that, in simpler models, in which risk is not relevant to evaluate strategic alternatives, companies tend

to concentrate in some few types of competitive strategies, reflected in specific combinations of attributes or characteristics. However, the introduction of behavior under risky situations induces an industry with larger strategic diversity, suggesting, for example, organizational inertia or other conflicts of interest that prevent the achievement of local maxima.

Key-words: strategic positioning, Kauffman's landscapes, behavior under risky conditions

## 1. Introdução

Dentro de uma estrutura de análise estritamente financeira, as empresas devem formular estratégias que visem a criação de valor. De fato, considerando a racionalidade da teoria tradicional de finanças, aceita-se amplamente que o objetivo da empresa envolva a maximização da riqueza do acionista (BREALEY e MYERS, 2003; DAMODARAN, 2001). Porém, a complexidade do ambiente competitivo no qual as empresas estão inseridas e os diversos aspectos comportamentais que podem influenciar o processo de tomada de decisão dificultam a identificação e a implementação de estratégias maximizadoras de riqueza.

Enquanto a complexidade torna numerosas as alternativas estratégicas, a racionalidade limitada, proposta por Simon (1957), sugere que os administradores possuem limites cognitivos à sua capacitação e ao seu conhecimento, implicando a adoção de atitudes ou estratégias não-otimizadas. Além disso, motivações advindas de conflitos de agência como as discutidas por Jensen e Meckling (1976) e comportamentos perante o risco como os levantados e modelados por Kahneman e Tversky (1979) podem conduzir a decisões não-racionais, do ponto de vista de busca por pontos ótimos.

Considerando um escopo mais amplo em comparação com o foco na maximização de riqueza da teoria financeira, a teoria de administração lança mão de modelos alternativos para explicar o posicionamento estratégico das empresas. Deslocando a análise para as fontes geradoras de fluxo de caixa, hipóteses sobre desempenho organizacional têm sido elaboradas, por exemplo, enfatizando a importância das características e do ambiente competitivo ao nível da indústria proposta pela organização industrial (PORTER, 1979) ou a relevância de recursos e capacitações específicas das empresas, conforme estabelecido pela visão baseada em recursos (BARNEY, 1991; WERNERFELT, 1984) ou pela perspectiva das capacitações dinâmicas (HELFAT e PETERAF, 2003; TEECE, PISANO e SHUEN, 1997).

A busca por um posicionamento estratégico que permite a criação de vantagens competitivas sustentáveis e a consequente geração de retornos extraordinários pode ser estudada através de várias metodologias. Dentro do ferramental de análise de posicionamento estratégico, Levinthal (1997) apresenta uma metodologia de pesquisa de organizações fundamentada na biologia evolucionária e adaptada do modelo NK, proposto por Kauffman (1993). O modelo NK baseia-se na construção de uma paisagem que representa a adaptação de espécies em função de suas combinações genéticas. Apesar de sua origem em biologia, o modelo NK constitui uma estrutura de análise extremamente flexível. Nesta estrutura, as combinações genéticas, denotando a base da paisagem, podem representar variáveis de entrada, e o nível de adaptação da espécie, que se reflete no relevo da paisagem, pode representar o valor de uma variável de saída relevante como energia, custo, lucro, etc...

Em particular, este artigo aborda uma variação do modelo NK aplicado ao estudo do posicionamento estratégico de organizações, no qual são desenvolvidos algoritmos que representam a evolução das empresas. Fundamentado em Levinthal (1997), o artigo analisa a dinâmica da procura por melhores pontos de adaptação ou posições estratégicas, em uma paisagem enrugada, ou seja, com diversos picos, denotando pontos de máximo locais, e vales,

denotando combinações genéticas de baixa adaptação da espécie. Através do desenvolvimento e implantação de um algoritmo computacional de simulação baseado em agentes, o trabalho permite o estudo da evolução de estratégias empresariais visando o objetivo de maximização da adaptabilidade ao ambiente competitivo. Seguindo os princípios de simulação levantados por Frenken (2004), este estudo procura manter a simplicidade da modelagem, avançando o conhecimento ao adicionar novos elementos aos modelos já existentes.

Neste sentido, diferentemente do trabalho de Levinthal (1997), no qual o critério de adaptação envolve a mudança estratégica quando se encontra um posicionamento que conduz a maiores retornos, este artigo acrescenta uma variável associada ao risco na avaliação de estratégias alternativas. Uma vez que decisões dentro das organizações são realizadas por indivíduos que apresentam comportamentos influenciáveis pelo grau de incerteza dos retornos, é importante compreender o impacto de atitudes perante o risco no processo decisório (Kahneman e Tversky, 1979).

O estudo encontra-se dividido em três partes principais. Inicialmente, na discussão do referencial teórico, são brevemente discutidos alguns aspectos do modelo NK de paisagens de adaptação proposto por Kauffman (1993), incluindo a apresentação das analogias em biologia e em administração. São apresentados os conceitos principais de atitude perante o risco que, simplificada, subsidiam decisões fundamentadas na teoria econômica tradicional baseada em utilidade esperada, e decisões fundamentadas na teoria de prospecto, formulada por Kahneman e Tversky (1979). Ressalta-se que a teoria de prospecto representa linha de estudo que tem desafiado o paradigma de racionalidade da teoria moderna de finanças. Ainda no referencial teórico, justifica-se o uso de modelagem matemática e simulação computacional que, embora pouco usuais em pesquisas na área de administração no Brasil, constituem importantes mecanismos para elaboração e avaliação de hipóteses sob circunstâncias controladas, isto é, situações não sujeitas a inúmeras variáveis relevantes e idiossincráticas que comumente diminuem a significância de resultados empíricos.

Após a discussão teórica, são descritas as dinâmicas dos modelos quantitativos desenvolvidos no estudo, explicitando as características dos algoritmos implementados para avaliar a mudança de posicionamento estratégico em função de retornos esperados e riscos das alternativas. São destacadas as diferenças e os aprimoramentos em relação ao modelo de Levinthal (1997). Finalmente, são apresentados comparativamente os resultados das simulações, em função das diferentes atitudes da organização frente ao risco. Ressalta-se que, embora aspectos comportamentais perante o risco ocorram no nível individual, estudos têm suportado a generalização da atitude do indivíduo para o grupo como, por exemplo, em Bazerman (1984), Fiegenbaum e Thomas (1986) e Bromiley (1991). Evidencia-se, na análise dos resultados, que o modelo tradicional de Levinthal (1997) implica uma convergência de empresas em um número menor de posicionamentos estratégicos, uma vez que racionalmente, deve-se buscar uma posição de maior adaptação ao ambiente competitivo. Porém, a incorporação de conceitos de comportamento frente ao risco conduz a uma maior dispersão das alternativas estratégicas usadas pelas organizações. Enquanto o modelo baseado na teoria financeira tradicional, no qual a utilidade marginal decresce em função do risco, implica equilíbrio em um maior número de posições sub-ótimas, o modelo baseado na teoria de prospecto, com comportamento de aversão a risco no domínio dos ganhos e propensão a risco no domínio das perdas, gera resultados diversos. Em especial, alguns resultados baseados na teoria de prospecto têm analogia com segmentos em que convivem empresas com diversos posicionamentos estratégicos, sem a existência de alguns poucos perfis organizacionais que concentram maior parte dos ganhos.

## 2. Revisão bibliográfica

O uso do conceito de busca em uma paisagem como metáfora para explicar a evolução Darwiniana tem origem no trabalho de Wright (1932) sobre o papel de alterações genéticas no desenvolvimento e na adaptação de espécies. Nesta estrutura de análise, a base da paisagem é representada pela composição genética das diferentes espécies e a altura que forma o relevo da paisagem corresponde a uma medida de adaptação da espécie ao ambiente (BRABAZON e MATTHEWS, 2002). Mais especificamente, embora inicialmente restrita à biologia evolucionária, a idéia de paisagens formadas pelo modelo NK de Kauffman (1993) pode ser abstraída para praticamente qualquer tipo de aplicação em que um determinado produto ou variável de saída depende de diversos insumos ou variáveis de entrada. Desta forma, a paisagem é formada pelos possíveis valores da variável de saída decorrentes das diferentes combinações das variáveis de entrada, sendo portanto uma representação gráfica de uma matriz de resultados (MATTHEWS, 1999).

Quando existe apenas uma variável de entrada, a paisagem é definida em um espaço bidimensional; quando existem duas variáveis de entrada, a paisagem toma forma em um espaço tridimensional e assim sucessivamente. Dada a forma genérica de seu conceito, as paisagens de Kauffman possuem aplicação em diversas áreas. Assim, além de seu uso na biologia como o apresentado em Holland (1975) e Kauffman, Weinberger e Perelson (1988), o modelo NK tem aplicação em diversos outros campos: (i) química, na catalisação de reações (KAUFFMAN e WEINBERGER, 1989); (ii) física, no mapeamento de níveis de energia em ligas magnéticas conhecidas como vidros de *spin* (PALMER, 1988; WEINBERGER, 1991); e (iii) computação e pesquisa operacional, em problemas de otimização combinatoriais através da construção de superfícies de custo de soluções viáveis (KIRKPATRICK, GELATT e VECCHI, 1983).

Mais recentemente, conforme estabelecem Rivkin e Siggelkow (2002), cientistas sociais têm adaptado o modelo NK de Kauffman para situações administrativas como, por exemplo, na modelagem (i) do comportamento e evolução de organizações (LEVINTHAL, 1997; RIVKIN, 2000; LEVITAN et al, 1999); (ii) da evolução e adoção de tecnologias (KAUFFMAN, LOBO e MACREADY, 2000); (iii) de mecanismos de organização social e econômica (KAUFFMAN, 1995) e (iv) de sistemas políticos envolvendo partidos e eleições (KOLLMAN, MILLER e PAGE, 1992).

Com relação ao uso de modelagem em pesquisas na área de administração, podem ser citadas duas vertentes de análise. Em uma primeira linha de estudo, estabelecem-se esforços para a definição de soluções fechadas envolvendo problemas de formas organizacionais como, por exemplo, em Garicano (2000) e Harris e Raviv (2002). Esta abordagem depende de uma simplificação demasiada, para permitir uma tratabilidade matemática (SIGGELKOW e RIVKIN, 2005) que viabilize a obtenção de uma fórmula matemática fechada, representativa dos inter-relacionamentos entre as diversas variáveis relevantes. Uma segunda linha de estudo envolve o uso de modelos computacionais que simulam agentes ou organizações. Nesta linha, aos modelos computacionais de maior tradição no estudo de organizações como os de Cyert e March (1963) e de Cohen, March e Olsen (1972), podem ser acrescentados mecanismos de simulação mais recentes voltados a modelos baseados em agentes como os discutidos em Levinthal (1997), Axelrod e Cohen (1999), Siggelkow e Rivkin (2005).

Comparativamente aos modelos de solução fechada, a simulação baseada em agentes possibilita que uma gama maior de elementos inter-relacionados possa ser avaliada,

implicando uma análise mais realista. Embora dificilmente um modelo matemático possa incorporar toda a sutileza e complexidade das organizações, permite que sejam estudadas dinâmicas específicas sem a existência de variáveis espúrias inerentes às avaliações empíricas. Assim, apesar de críticas poderem ser levantadas com relação à limitação dos modelos de simulação computacional, conforme Burton e Obel (1995) argumentam, a complexidade de um modelo deve ser definida através de uma engenharia reversa. Ou seja, define-se primeiro o objetivo fundamental do modelo, para posteriormente se estabelecer o grau de realismo necessário, caracterizado pelas variáveis e pela dinâmica das suas interações. Deve-se destacar que um modelo que incorpora todas as variáveis relevantes, incluindo as diversas interações de caráter espúrio e buscando um realismo absoluto pode ter o mesmo problema de aplicabilidade que um mapa com dimensão real, no qual todas as características de relevo sejam apresentadas: a existência de detalhes excessivos prejudica a análise ampla do conjunto e possíveis generalizações. Ressalta-se ainda que, de certa forma, pesquisas empíricas em administração em geral, preocupam-se em obter resultados que expliquem parte considerável de variância, ao invés de buscar níveis de 100% de explicação. Embora pouco usual em pesquisas na área de administração no Brasil, o uso de modelagem matemática e simulação computacional constitui um importante mecanismo de formulação e avaliação de hipóteses. No contexto de estudos organizacionais, por exemplo, Nelson e Winter (1982) utilizam modelagem para apresentar um paradigma evolucionário das empresas contrastando com os modelos da economia neoclássica e da economia institucional. Com relação à relevância do uso de simulação computacional, Axelrod (1997) argumenta que este instrumento de pesquisa auxilia a intuição, possibilitando a geração de teorias e explicações para fatos estilizados.

Conforme Siggelkow e Rivkin (2005), estudos de formas organizacionais têm tradicionalmente se apoiado em observação cuidadosa e diligente de empresas reais ao invés de modelagem matemática rigorosa. Se por um lado observações pontuais de empresas existentes permitem a identificação de fatores relevantes na análise de estratégias organizacionais, por outro lado, a complexidade da interação entre as variáveis e a especificidade das evidências não conduzem a generalizações mais contundentes. Neste contexto, o uso de modelos surge como importante instrumento para avaliar, em um ambiente controlado, potenciais hipóteses que expliquem comportamentos e estratégias das organizações.

De acordo Brabazon e Matthews (2002), apesar de a busca em paisagens ser uma metáfora que mantém forte paralelo com a busca de vantagem competitiva sustentável (PORTER, 1980), apenas recentemente a importância do conceito de paisagens em aplicações em ciências das organizações tem sido reconhecida (RIVKIN, 2000; GAVETTI E LEVINTHAL, 2000). Além disso, mesmo aplicações específicas em administração como em Levinthal (1997) ou Rivkin e Siggelkow (2005) ainda contemplam poucos elementos, focando em estratégias voltadas somente a resultados ou análises da configuração organizacional. Particularmente, apesar de pouco evidenciado em estudos em organizações e estratégia, como no próprio Levinthal (1997) e em Barney (1991), que não abordam explicitamente o conceito, risco é componente importante em decisões administrativas, uma vez que resultados de alternativas, principalmente, as estratégias, não podem ser previstos com precisão. Conseqüentemente, aspectos comportamentais e de agência decorrentes de percepção de risco podem ser fatores relevantes na busca por diferentes posicionamentos estratégicos.

A questão do risco dentro da teoria de estratégia é menos absoluta do que na teoria de finanças. Na área financeira, os modelos de precificação de ativos ou avaliação de valor como

o Capital Asset Pricing Model (SHARPE, 1964) levam em consideração, de forma explícita, o risco inerente envolvido e os resultados empíricos de ativos financeiros suportam a hipótese de que risco e retorno são variáveis correlacionadas. Porém, estudos na área de estratégia como os de Bowman (1985) e Bromiley (1991) sugerem que riscos são negativa e significativamente associados com resultados. Ou seja, dentro da literatura de estratégia, maiores riscos não implicam necessariamente maiores retornos. Considerando um referencial simplificado de risco, a literatura tradicional sobre comportamento frente a risco apóia-se na teoria da utilidade esperada (VON NEUMANN e MORGENSTERN, 1953; SHOEMAKER, 1982). Segundo esta teoria, o tomador de decisão escolhe alternativas de maior utilidade esperada, para um dado nível de risco. Seguindo a visão financeira tradicional e considerando que retornos esperados maiores estão associados a níveis de risco maiores, os agentes são avessos ao risco e, desta maneira, a utilidade marginal decresce com a riqueza.

Porém, mais recentemente, resultados dos trabalhos de Kahneman e Tversky (1979) estão sendo cada vez mais levados em consideração para uma avaliação de comportamento em situações que envolvem incerteza. Em particular, dentre seus diversos resultados, a teoria de prospectos, desenvolvida por Kahneman e Tversky (1979), sugere a existência de comportamentos distintos em relação a um nível de referência. Quando um indivíduo está aquém do ponto de referência, indicando uma perda, apresenta um comportamento de propensão a risco. Em contrapartida, quando o indivíduo encontra-se no domínio dos ganhos em relação ao ponto de referência, assume uma postura conservadora de aversão a riscos. Na modelagem discutida a seguir, portanto, são incorporados, dentro da estrutura do modelo de NK para adaptação de organizações a paisagens de Kauffman, elementos de comportamento frente ao risco baseados na teoria da utilidade esperada e na teoria de prospectos.

### **3. Metodologia e modelagem**

#### **3.1. Construção da paisagem**

A construção do relevo da paisagem, ou seja, da matriz de resultados ou de medidas de adaptação, segue o modelo NK de Kauffman (1993), onde N representa o número de genes e K, o número de inter-dependências entre os genes. Fazendo uma analogia ao estudo de organizações, os N genes que definem um organismo representam as características ou atributos da empresa. Exemplificando o potencial da análise passível de ser realizada utilizando-se o modelo NK na área de administração de empresas, os atributos podem estar associados com os vários departamentos de uma organização (administrativo, comercial, financeiro, recursos humanos, produção, logística, etc) ou com os vários recursos e capacitações (recursos financeiros, tecnológicos, qualificação da mão-de-obra, nível de coordenação na cadeia de valor, etc). Uma combinação de genes com determinados valores resulta em desenhos organizacionais específicos, refletidos em formatos diferentes de gestão e coordenação de departamentos ou de recursos. Assim, dentro do contexto do modelo NK, cada combinação de genes pode representar um possível posicionamento estratégico, associado a um ponto da base da paisagem. Adicionalmente, o nível ou grau de adaptação deste posicionamento estratégico é dado pelo valor que esta combinação de atributos produz. Quanto maior este valor, maior a adaptação deste organismo ou empresa e, portanto, maior o relevo da paisagem neste ponto. O valor de um determinado posicionamento estratégico, depende do valor dos genes e das K inter-dependências entre eles. O mecanismo de valoração do nível de adaptação é explicado a seguir.

De forma genérica, a organização pode ser caracterizada pelos valores associados aos N atributos. Seguindo o modelo tradicional de Kauffman (1993), cada atributo pode assumir 2

valores distintos, definidos por 0 ou 1. Desta forma, a base da paisagem estratégica, composta por todas as possíveis formas ou desenhos estratégicos, é constituída por um total de  $2^N$  combinações diferentes dos N atributos. O grau de adaptação de cada combinação de atributos depende dos efeitos da interação entre os próprios atributos. No modelo NK, a contribuição de cada um dos N atributos no nível de adaptação geral da empresa sofre influência de K outros atributos com os quais interage (Levinthal, 1997). De certa maneira, K representa um parâmetro associado à complexidade do ambiente competitivo no qual as organizações estão inseridas. Quanto mais complexo o ambiente, maior a interdependência entre os atributos. Quando K é baixo, a decisão sobre cada atributo influencia a contribuição de poucos atributos para o grau geral de adaptação da organização na paisagem. Neste caso, a decisão do departamento comercial pouco depende, por exemplo, da decisão de qualquer outro departamento, incluindo produção, logística, etc... Apresentando outro exemplo, quando K é nulo, o tipo de tecnologia da empresa não teria ligação com o nível de capacitação dos profissionais nem com nenhuma outra característica ou decisão empresarial.

À medida que K aumenta, a complexidade entre os atributos cresce, uma vez que decisões em uma área da empresa têm influência em diversas outras áreas. Assim, quando K é alto, recursos e capacitações das empresas são altamente interligados. No caso extremo, quando K é igual a N-1, as decisões sobre um atributo relacionam-se ou dependem das decisões sobre todos os outros atributos. Em termos de relevo, a paisagem torna-se mais enrugada quanto maior for o valor de K, aumentando a complexidade das análises. Exemplificando a relevância do parâmetro K, quando empresas em ambientes complexos inovam, através da adoção de novas tecnologias, podem obter resultados extremamente diferentes de acordo com as características das diversas áreas. A implantação de sistemas de integração como os ERPs pode resultar em ganhos elevados, no caso de adequação e capacitação dos funcionários envolvidos no processo, ou simplesmente resultar em investimento de baixo retorno, dados os problemas de operação, aumento de burocracia e custos para adaptação dos procedimentos aos padrões do sistema.

Assim, a contribuição de cada atributo para o nível de adaptação de uma organização depende do valor do atributo em si e dos valores dos K outros atributos aos quais está ligado. Portanto, a contribuição de cada atributo pode assumir  $2^{K+1}$  valores diferentes. Para clarear a construção do modelo NK, suponha um exemplo no qual N é igual a 5 e K é igual a 1. Assim, cada atributo pode ter  $2^2 = 4$  diferentes valores de contribuição para o nível de adequação da organização. O atributo  $A_1$  tem ligação com apenas o atributo  $A_3$ , por exemplo. Conforme já mencionado, no modelo, cada atributo pode assumir dois valores. Quando  $A_1$  é 0, a organização mantém o uso de uma tecnologia antiga, quando  $A_1$  é 1, a organização adota uma nova tecnologia. Quando  $A_3$  é igual a 0, o grau médio de instrução dos recursos humanos é baixo, enquanto quando  $A_3$  é igual a 1, os recursos humanos têm uma boa qualificação.

Desta forma, a contribuição do atributo  $A_1$  depende não só da tecnologia usada pela empresa, mas também do perfil dos funcionários, ou seja, depende das 4 possíveis combinações entre  $A_1$  e  $A_3$ . Possivelmente, quando  $A_1$  e  $A_3$  são simultaneamente iguais a 1, o atributo associado à tecnologia deve gerar a maior contribuição para a adaptabilidade da organização. Nas simulações, cada possível contribuição de resultado  $R_i^j$  do atributo i em uma das possíveis combinações  $j_i$ , variando de 1 a  $2^{K+1}$ , é extraída de uma distribuição uniforme

entre 0 e 1. Com isso, uma dada organização possui  $N$  atributos, cada um com uma contribuição  $R_i^{j_i}$ , onde  $i$  representa o  $i$ -ésimo atributo. O nível geral de adaptação, denotado pela variável  $Adapt$ , de uma organização é dada simplesmente pela média das contribuições individuais para o resultado de cada atributo:

$$Adapt = \frac{\sum_{i=1}^N R_i^{j_i}}{N} \quad (1)$$

Enquanto as  $2^N$  combinações diferentes dos genes representam a base da paisagem estratégica, os valores de  $Adapt$  para cada tipo de posicionamento representam o relevo da paisagem. Picos no relevo da paisagem representam posições estratégicas que conduzem a melhores resultados, enquanto vales da paisagem constituem posições estratégicas associadas a resultados inferiores. Considerando que aspectos de risco também são relevantes no processo de avaliação de alternativas na paisagem, define-se, considerando cada possível contribuição de risco  $\sigma_i^{j_i}$  do atributo  $i$  em uma das possíveis combinações  $j_i$ , um valor geral de risco:

$$Risco = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_i^{j_i})^2}{N}} \quad (2)$$

Ressalta-se que o possível relacionamento entre retorno e risco é refletido pelo uso de um coeficiente de correlação  $r$  na geração de números aleatórios associados a  $R_i^{j_i}$  e  $\sigma_i^{j_i}$ . Ou seja, as contribuições de resultado  $R$  e de risco  $\sigma$  são extraídas de distribuições uniformes com correlação  $r$ . Tendo em vista que organizações são dinâmicas e podem buscar melhores posições estratégicas, um dos objetivos empresariais pode envolver a alteração de valores dos atributos de forma a obter maiores valores para  $Adapt$ , respeitando-se o perfil de risco, seja através da adoção de uma postura de aversão a risco ou de propensão a risco. A dinâmica que envolve a evolução estratégica das empresas é discutida a seguir.

### 3.2. Dinâmica das organizações

No modelo proposto,  $M$  organizações de um mesmo setor ou indústria são distribuídas aleatoriamente no domínio dos possíveis posicionamentos estratégicos na base da paisagem. Estas organizações seguem, conforme já discutido, o perfil de retorno associado às paisagens  $NK$  de Kauffman, onde  $N$  representa o número de atributos ou características relevantes das empresas e  $K$  representa o número de inter-ligações entre os atributos. Tendo em vista o escopo deste estudo, ênfase será dada em uma avaliação do comportamento das organizações com relação à alteração de posicionamento estratégico considerando-se duas variáveis que, na literatura financeira, são essenciais para qualquer análise: retorno e risco (MARKOWITZ, 1952; SHARPE, 1964).

Enfatiza-se, portanto, o avanço da modelagem de paisagens de Kauffman aplicadas aos estudos organizacionais em administração, pois trabalhos anteriores como os de Levinthal (1997), Rivkin e Siggelkow (2005) e Frenken (2001) têm relevado somente aspectos voltados a retorno, negligenciando o conceito de risco, item importante associado à busca de novas alternativas estratégicas. É interessante ressaltar um certo distanciamento entre as teorias de finanças e de estratégica com relação ao risco: enquanto em finanças, risco é elemento inerente às avaliações de retorno, em estratégia ou em estudos organizacionais, muitas vezes o risco não é explicitamente considerado nas análises. Ao invés de estudar duas paisagens



distintas, na qual o relevo é função do retorno e do risco, constituindo uma estrutura que envolveria um mecanismo bidimensional na matriz de resultados e tornaria a análise mais complexa, define-se nesta modelagem que a busca por retornos ou resultados é o objetivo principal das empresas. Ou seja, dentro de uma perspectiva empresarial, os administradores deveriam primordialmente trabalhar em prol de moldar os atributos da empresa visando atingir pontos mais elevados na paisagem estratégica. Porém, considerando uma suposição de que retornos e riscos são positivamente correlacionados, a busca por maior retorno é acompanhada, em média, de maiores riscos. Neste ponto, o risco começa a fazer parte do processo de análise, pois embora a mudança de algum atributo possa conduzir a maiores retornos, o gestor pode ser motivado a não incorporar a mudança, devido ao maior risco envolvido. Conforme já destacado no referencial, as atitudes individuais frente ao risco podem se refletir em atitudes organizacionais ou de grupos. Assim, justifica-se uma avaliação da adaptação de organizações no contexto de decisões que envolvem risco.

Após a inicialização das organizações, realizada de maneira aleatória na base da paisagem, identifica-se o valor do nível de adaptação de cada empresa, segundo os resultados do processo de criação da paisagem discutida no item anterior. Empresas de pior desempenho, ou seja, que apresentam menor valor de Adapt, têm maiores chances de serem eliminadas do ambiente competitivo. Em particular, define-se um parâmetro  $z$  associado ao limite de adaptação mínimo necessário para uma empresa sobreviver. Uma empresa sobrevive se:

$$\text{Adapt} > \mu_{\text{Adapt}} - z \cdot \sigma_{\text{Adapt}} \quad (3)$$

onde  $\mu_{\text{Adapt}}$ ,  $\sigma_{\text{Adapt}}$  são, respectivamente, a média e o desvio-padrão dos valores de Adapt de todas as  $M$  empresas.

Para manter o número de empresas constantes no modelo, se uma empresa não sobrevive, é substituída por uma outra através de dois processos distintos que ocorrem com probabilidades complementares. No primeiro processo, com probabilidade  $P_1$ , uma nova empresa entra no ambiente competitivo com uma combinação aleatória de atributos. Esta probabilidade equivale à carga genética da população de empresas. A carga genética é uma medida de adaptação geral da população, definida como:

$$P_1 = 1 - \frac{\mu_{\text{Adapt}}}{\text{Max}_{i=1 \dots 2^N}(\text{Adapt}_i)} \quad (4)$$

onde  $i$  representa uma das possíveis combinações de atributos

Assim, quanto mais baixo o nível de adaptação da população, maior a probabilidade de a nova organização ser escolhida aleatoriamente, pois a carga genética das empresas implica um distanciamento da adaptação completa ao ambiente. À medida que as empresas evoluem e se adaptam ao ambiente, obtendo melhores resultados e níveis de adaptação, a carga genética diminui e o nascimento de novas empresas tem maior probabilidade de seguir um segundo processo. Neste segundo processo, que ocorre com probabilidade  $P_2 = 1 - P_1$ , ocorre um mecanismo de imitação, na qual a nova empresa surge com mesma combinação de atributos de uma outra empresa já existente. Este mecanismo apresenta semelhança com a realidade no sentido de que quanto mais maduro um setor em relação ao potencial de resultado, ou seja, quanto mais próximas as empresas estão do ponto de máximo local ou global, maior a chance de novas empresas imitarem as características das organizações já instaladas. Empresas com maior nível de adaptação têm maior probabilidade de serem imitadas. Neste segundo processo, uma empresa  $i$  tem uma probabilidade de ser imitada dada por:

$$P_i = \frac{\text{Adapt}_i}{\sum_{j=1}^M \text{Adapt}_j} \quad (5)$$

As empresas que sobrevivem passam por um processo de evolução, buscando posições mais altas na paisagem estratégica. Dois mecanismos de evolução são definidos, seguindo Levinthal (1997): (i) adaptação local e (ii) saltos longos. Todas as empresas passam por processo de avaliação da adaptação local, no qual a administração analisa uma alteração aleatória do valor de somente um dos N atributos. Assim, a empresa avalia uma mudança marginal, denotando um aspecto de racionalidade limitada, na sua estratégia e verifica qual seria o valor de seu nível de adaptação nessa nova estratégia. Dependendo do valor desta estratégia alternativa e da postura da administração frente ao risco, a organização adota ou não uma nova posição na paisagem. A adaptação local, portanto, estaria associada a pequenas evoluções nas estratégias das empresas. Em contrapartida, os longos saltos (KAUFFMAN, 1993) correspondem a mudanças drásticas na estratégia organizacional. No modelo, define-se um parâmetro P correspondente à probabilidade de uma empresa avaliar um processo considerável de re-estruturação, denotada por uma combinação aleatória em todos os N atributos. Quanto maior P, a indústria é mais susceptível a movimentações estratégicas amplas das empresas. Observe, porém, que avaliar uma estratégia totalmente diferente não implica na alteração da posição atual. Só há mudança de posicionamento se o nível de adaptação da nova estratégia for mais razoável, considerando não somente o retorno como também o risco. Desta forma, empresas mais próximas ao máximo global ou a um máximo local estão menos sujeitas a adotarem um processo de mudança estratégica significativa. Em contrapartida, empresas com baixo nível de adaptação têm maiores chances de sofrerem mudanças estratégicas radicais, pois seus valores de adaptação correntes são facilmente superados pelos valores de outras alternativas a serem analisadas.

Conforme destacado, possíveis movimentações estratégicas dependem da avaliação concomitante do nível de adaptação ao ambiente competitivo e do perfil de risco. Para fins de simulação, considera-se que resultado e risco possuem uma certa correlação r. Para analisar comparativamente como as atitudes frente ao risco podem influenciar a dinâmica da estratégia das empresas, são programadas três versões do modelo, buscando um nível de complexidade progressivo. Utilizando este procedimento, pode-se verificar as situações de convergência para determinados picos no relevo da paisagem. Na primeira versão, V1, é construído o modelo de Kauffman adotado por Levinthal (1997) com pequenas alterações no que concerne à taxa de mortalidade de organizações, conforme já. Nesta versão, apenas o resultado ou retorno da posição estratégica é levado em consideração para a decisão de mudança dos valores dos atributos. Assim, uma empresa possui uma composição dos N atributos que conduz a um nível de adaptação  $\text{Adapt}_0$  e avalia uma alternativa estratégica que conduz a um nível de adaptação  $\text{Adapt}_A$ . Se  $\text{Adapt}_A > \text{Adapt}_0$ , então a empresa troca de estratégia, adotando a nova alternativa. A alternativa estratégica é levantada tanto através da adaptação local quanto do mecanismo de longos saltos. Observe, portanto, que no modelo a variável  $\text{Adapt}$ , analogamente ao estudo de Levinthal (1997), está associada a um resultado ou a um retorno.

Na segunda versão, V2, o modelo programado envolve um aspecto de aversão a risco, associado à questão de a utilidade ser uma função côncava da riqueza. Nesta versão, os administradores da empresa avaliam alternativas estratégicas levando em consideração não somente os resultados como também os riscos envolvidos. O modelo estabelece que uma

empresa, ao confrontar sua posição estratégica atual com um posicionamento alternativo, altera sua composição de valores de atributos somente se o benefício marginal em termos de retorno for maior que o custo marginal associado ao aumento do nível de risco incorrido. Finalmente, na terceira versão, V3, as organizações apresentam comportamento diferenciado em relação ao risco, seguindo, de maneira simplificada, a teoria de prospecto de Kahneman e Tversky (1979). Se o resultado obtido em um posicionamento estratégico for superior à média do resultado de todas as  $M$  empresas do setor, então a organização encontra-se no domínio dos ganhos e, desta forma, tem uma postura de aversão a risco, de maneira semelhante ao estabelecido na segunda versão do modelo. Porém, se o resultado obtido em um posicionamento for inferior à média da indústria, a organização encontra-se no domínio das perdas e passa a ter uma postura de propensão a risco. Com isso, a empresa pode trocar de estratégia mesmo em situações em que a melhoria genética, dada pelo retorno marginal, seja menor que o risco marginal.

#### **4. Resultados da simulação e comentários finais**

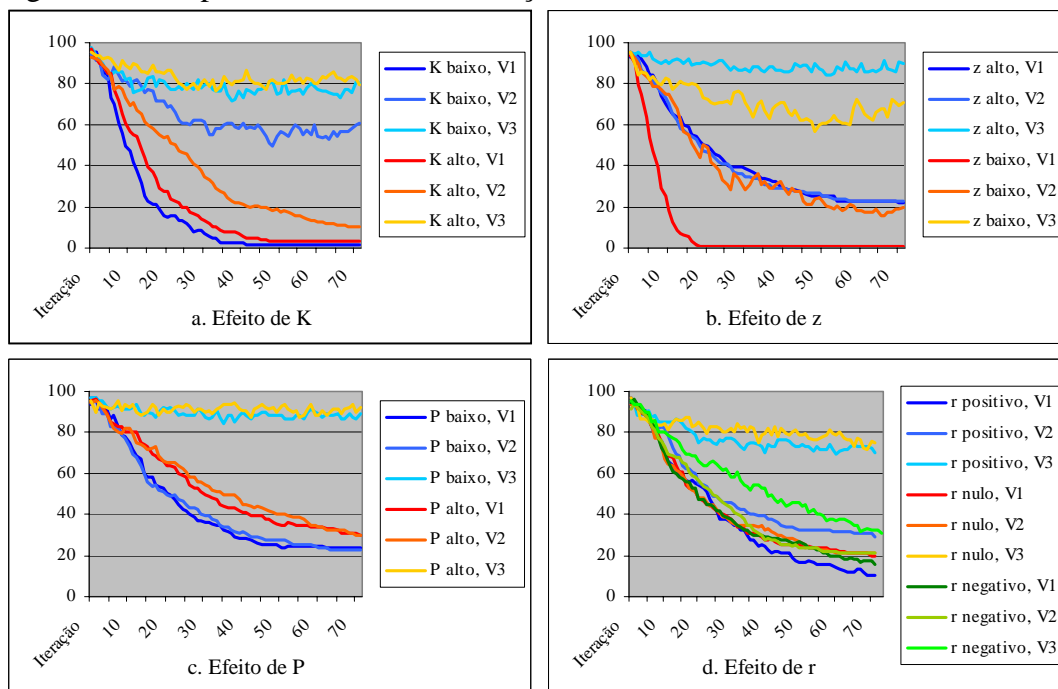
Os algoritmos contendo os modelos relevantes ao estudo foram desenvolvidos em VBA na plataforma Microsoft Excel e as simulações efetuadas em um computador com processador Celeron de 2,9 GHz e 1 Gbytes de RAM. Cada grupo de simulação envolve 72 iterações, que levam cerca de 10 minutos para serem calculados. Supondo que cada iteração equivale ao período de 1 mês, as simulações contemplam um horizonte de tempo de planejamento estratégico de 6 anos. Dado o caráter estocástico do modelo, diversas simulações com os mesmos parâmetros foram realizadas e os resultados apresentados correspondem a valores médios das simulações. A Figura 1 sumariza os principais resultados da simulação, no qual o número de atributos  $N = 10$  é fixo em todo o estudo, e as versões do algoritmo para cada tipo de mecanismo de decisão frente ao risco são denotadas por V1, V2 e V3. A versão V1 representa o modelo no qual a decisão de mudança estratégica depende somente do retorno; a versão V2 representa o modelo em que a decisão envolve aversão a risco; e a versão V3 envolve o modelo no qual existe aversão a risco no domínio dos ganhos e propensão a riscos no domínio das perdas. No caso básico, a correlação entre retorno e risco é positiva, porém análises com correlações nula e negativa também são efetuadas. A Figura 1 mostra o número de diferentes combinações de atributos ou posições estratégicas apresentadas pelas empresas em cada iteração.

Os resultados sugerem posicionamentos estratégicos de equilíbrio bem distintos quando se realiza a avaliação de movimentações no relevo da paisagem de Kauffman. Em primeiro lugar, analisando-se o gráfico 1a, quanto maior  $K$ , mais complexas são as interações entre os atributos. Comparando os resultados da versão V1, na qual o critério de mudança estratégica depende somente de retornos, quando  $K$  é baixo, as empresas tendem a convergir em um menor número de posições estratégicas, em comparação com ambientes em que o nível de complexidade é mais alto. Como em Levinthal (1997), a maior complexidade induz um equilíbrio de empresas em um número maior de pontos de máximo local. Porém, na versão V2 na qual a mudança estratégica envolve aversão a risco, observa-se que quando  $K$  é baixo, as empresas tendem a se concentrar em um número também maior de estratégias quando comparado ao número de diferentes posicionamentos no caso de  $K$  ser alto. Os resultados sugerem que o mecanismo de aversão a risco da utilidade esperada produz uma boa adaptação das empresas, refletidas em uma menor carga genética, principalmente quando o ambiente é complexo. Além disso, quando se considera a possibilidade de as empresas alterarem seu perfil de risco no domínio das perdas ou no domínio dos ganhos, conforme a versão V3, observa-se que as organizações tomam estratégias diversas, sugerindo, por exemplo, uma inércia no processo decisório, pois as estratégias alternativas não são atraentes dado o perfil

de risco dos gestores e a posição da empresa nos diferentes domínios. O ganho genético em termos de adaptação é menor e, portanto, aspectos da teoria de prospecto podem ser relevantes para explicar indústrias com alta diversidade estratégica que, eventualmente, estão associadas a uma racionalidade menor em termos de maximização de riqueza.

Com relação ao efeito de  $z$ , mostrado no gráfico 1b, quanto maior a probabilidade de as empresas de baixa adaptação serem substituídas por novas empresas, ou seja, quanto menor  $z$ , maior o nível de adaptação. Pode-se observar que, na situação em que os gestores avaliam somente o retorno, quando  $z$  é baixo, rapidamente as empresas da indústria convergem para a estratégia de máximo global. Assim, mercados com baixas barreiras de entrada implicam a necessidade de uma rápida adaptação ao ambiente, sob pena de as empresas menos ágeis não sobreviverem. Pode-se observar ainda, pelo comportamento das curvas no gráfico 1b, que a versão V2 de utilidade esperada tem um comportamento semelhante ao da versão V1, que não leva em consideração o risco, principalmente quando a taxa de mortalidade é alta. Os resultados podem sugerir que, em mercados com baixa barreira de entrada, comportamento de aversão a risco contribuem para evitar o desaparecimento de empresas, porém, ao mesmo tempo, impedem um ganho genético na forma de aproximação de melhores pontos de ótimo locais. Assim, embora a aversão a risco previna contra falência, também dificulta a obtenção de maiores retornos. Mais uma vez, com relação à versão V3, associada à teoria de prospecto, identifica-se uma baixa movimentação estratégica no sentido de obtenção de maiores retornos tanto quando a empresa tem resultado inferior à média, quanto quando tem um resultado superior.

Figura 1: Principais resultados da simulação do modelo



Considerando a probabilidade  $P$  de longos saltos ou de mudanças estratégicas drásticas, o gráfico 1c mostra um comportamento semelhante da evolução estratégica quando a decisão envolve somente retorno ou quando a decisão envolve retorno e risco segundo premissas de aversão a risco. Independentemente de a probabilidade ser alta ou baixa, as duas versões V1 e V2 do modelo comportam-se de maneira parecida. Ressalta-se que, quando a probabilidade de mudanças estratégicas drásticas é alta, existe uma concentração em um maior número de

posições estratégicas, denotando que não necessariamente mudanças estratégicas radicais e promissoras aprimoram o desempenho total das empresas. Eventualmente, uma mudança a partir de longos saltos distancia a empresa de um máximo local, que poderia ser mais facilmente atingido através de um mecanismo de adaptação local.

Finalmente, é interessante verificar o efeito da correlação entre risco e retorno de posições estratégicas. Enquanto para as versões V1 e V2, a correlação apresenta impacto semelhante não importando o sinal ou o grau de relacionamento, na versão V3, existe uma clara diferença de comportamento no caso da correlação negativa. Conforme já mencionado no referencial teórico, em termos financeiros risco e retorno tendem a ser correlacionados positivamente. Porém, resultados na área de estratégia e organizações têm revelado evidências empíricas de uma correlação negativa. Na simulação da versão V3 baseada na teoria de prospecto, se a correlação é negativa, existe um ganho genético substancial, fazendo com que as empresas se aproximem de um menor número de pontos de máximo local, havendo menor diversidade ou carga genética. Nesta situação, de relacionamento negativo entre retorno e risco, os resultados da modelagem sugerem que a aversão a risco no domínio dos ganhos e a propensão a riscos no domínio das perdas representa importante mecanismo comportamental para melhoria do desempenho empresarial. Apesar de a teoria de prospecto apresentar um desvio em relação à maximização de riqueza racional, um comportamento assimétrico frente ao risco pode ser fonte de diminuição da carga genética de uma indústria e, conseqüentemente, de aproximação a posicionamentos estratégicos melhores.

Nesta pesquisa, avaliou-se o processo de evolução do posicionamento estratégico em paisagens de adaptação do modelo NK de Kauffman. Considerando que os N atributos das organizações podem ter K interdependências, as empresas podem buscar melhores posições competitivas alterando a composição de atributos de forma a aproximar-se de pontos de máximo local ou global no relevo da paisagem de Kauffman. O modelo desenvolvido possibilitou a análise de mecanismos de adaptação local e de mudanças radicais, proporcionados, respectivamente, pela alteração do valor de um único atributo ou pela formação aleatória de uma nova combinação dos N atributos. Identifica-se que a introdução de aspectos comportamentais associados a risco na decisão de mudança de posicionamento estratégico altera significativamente a dinâmica das empresas. Observa-se um número maior de estratégias distintas empreendidas pelas empresas, implicando uma maior carga genética e pior adaptação ao ambiente.

Desta forma, quando o risco é incorporado na análise, atitudes dos administradores, refletidas no posicionamento da organização, implicam a divergência de estratégias, conforme pode ser observado em várias indústrias, nas quais não existe uma combinação única de características que atrai as empresas. De maneira inversa, quando a decisão baseia-se somente em retornos, diversas configurações iniciais implicam uma convergência de estratégia em um número menor de combinações de atributos. Em casos particulares, quando o foco envolve apenas o retorno, as simulações sugerem a concentração de todas as organizações na estratégia de máximo global. Ressalta-se que, em situações nas quais existem várias empresas e inexistem monopólios ou oligopólios, a convergência em uma única estratégia ou em poucas estratégias não parece ser fundamentada pelas evidências, dada a diversidade de recursos e características de cada organização. Assim, em ambientes competitivos, são verificadas diferentes composições de decisões sobre uso de recursos e capacitações, dando maior suporte à diversidade de estratégias, obtida a partir dos modelos que levam em consideração a análise de risco no processo decisório. Em particular, os resultados sugerem que o mecanismo baseado em aversão a risco da utilidade esperada domina processos de adaptação que

conduzem a uma concentração em um número intermediário de máximos locais. Os resultados baseados na teoria de prospecto mostram uma instabilidade de posicionamentos estratégicos, uma vez que, neste modelo, as organizações podem alterar frequentemente sua atitude perante o risco, sendo avessas ou propensas ao risco dependendo de seu resultado em comparação a um valor de referência medido pela média da adaptação de todas as empresas. Em contrapartida, a assimetria de atitude frente ao risco nos domínios dos ganhos e das perdas pode conduzir a melhoria de desempenho em indústrias nas quais a correlação entre retorno e risco é negativa, conforme sugerem os estudos de Bowman (1980) e Bromiley (1991).

O estudo pode ser aprimorado visando incorporar novos elementos. Por exemplo, através da introdução do conceito de co-evolução extraído da biologia, pode-se estabelecer um ambiente competitivo no qual as paisagens estratégicas podem evoluir ou deformar-se em função de ações de outros integrantes da cadeia de valor, como cita, por exemplo, Eisenhardt e Galunic (2000). Nesta configuração, as paisagens se alteram continuamente, fazendo com que as empresas tenham que reavaliar suas capacitações para adoção de novas estratégias que melhor explorem o relevo das paisagens. Neste ambiente dinâmico, não existem garantias de que as estratégias de maior adaptação permanecerão constantes (Bramazon e Matthews, 2002). Este seria o caso de empresas inseridas em ambientes altamente turbulentos.

### **Bibliografia**

- AXELROD, R. The complexity of cooperation. Agent-based models of competition and collaboration. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- AXELROD, R.; COHEN, M. Harnessing complexity: organizational implications of a scientific frontier. New York: Free Press, 1999.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), p. 99-120, 1991.
- BAZERMAN, M.H. The relevance of Kahneman and Tversky's concept of framing to organizational behavior. *Journal of Management*, 10, p. 333-343, 1984.
- BOWMAN, E. A risk-return paradox for strategic management. *Sloan Management Review*, 21(3), p. 17-31, 1980.
- BRABAZON, T.; MATTHEWS, R. Organisational adaptation on rugged landscapes. Proceedings - British Academy of Management 2002, Annual conference, London, 2002.
- BREALEY, R.; Myers, S. Principles of Corporate Finance. 7 ed. New York: McGraw Hill, 2003.
- BROMILEY, P. Testing a causal model of corporate risk taking and performance. *Academy of Management Journal*, 34, p. 37-59, 1991.
- BURTON R.; OBEL, B. The validity of computational models in organization science: from model realism to purpose of the model. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 1, p. 57-71, 1995.
- COHEN, M.; MARCH, J.; OLSEN, J. A garbage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly*, 17(1), p. 1-25, 1972.
- CYERT, R.; MARCH, J. A behavioral theory of the firm. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1963.
- DAMODARAN, A. Corporate finance: theory and practice. 2 ed. New York: Wiley, 2001.
- EISENHARDT, K.; GALUNIC, D. Coevolving: at last, a way to make synergies work. *Harvard Business Review* (January-February), p. 91-101, 2000.
- FIEGENBAUM, A.; Thomas, H. Dynamic and risk measurement perspectives on Bowman's risk-return paradox for strategic management: an empirical study. *Strategic Management Journal*, 7, p. 395-407, 1986.
- FRENKEN, K. Modelling the organisation of innovative activity using the NK-model, Paper presented at the Nelson-and-Winter Conference, Aalborg, Denmark, 2001

- FRENKEN, K. Applications of the NK-model. Simulation in Evolutionary Economics (SIME), April, 2004.
- GARICANO, L. Hierarchies and the organization of knowledge in production. *Journal of Political Economics*, 108, p. 874-904, 2000.
- GAVETTI, G.; LEVINTHAL, D. Looking forward and looking backward: cognitive and experiential search. *Administrative Science Quarterly*, 45, p. 113-137, 2000.
- HARRIS, M.; RAVIV, A. Organization design. *Management Science*, 48, p. 852-865, 2002.
- HELFAT, C.; PETERAF M. The dynamic resource-based view. *Strategic Management Journal*, 24, p. 997-1010, 2003.
- HOLLAND, J. Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
- JENSEN, M.; MECKLING, W. Theory of the firm: Managerial Behaviour, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3, p.305-360, 1976.
- KAHMENAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47 (2), p. 263-292, 1979.
- KAUFFMAN, S. The origins of order: self-organization and selection in evolution. New York: Oxford University Press, 1993.
- KAUFFMAN, S, WEINBERGER, E. The NK model of rugged fitness landscapes and its application to maturation of the immune response. *Journal of Theoretical Biology*, 141(2), p. 211-45, 1989.
- KAUFFMAN, S.; LOBO, J.; MACREADY, W. Optimal search on a technology landscape. Santa Fe Institute Working Paper 98-10-091, 1998.
- KAUFFMAN, S.; WEINBERGER, E.; PERELSON, A. Maturation of the immune response via adaptive walks on affinity landscapes. In: Theoretical Immunology, Part I; Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity. Perelson, A.S., Ed.; Addison-Wesley: New York, 1988.
- KAUFFMAN, S.A. At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity. New York: Oxford University Press, 1995.
- KIRKPATRICK, S.; GELATT, C.; VECCHI, M. Optimization by simulated annealing. *Science*, 220, p. 671-680, 1983.
- KOLLMAN, K.; MILLER, J.; PAGE, S. Adaptive parties in spatial elections. *American Political Science Review*, 86, p. 929-937, 1992.
- LEVINTHAL, S. Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43, p. 934-950, 1997.
- LEVITAN, B.; Lobo, J.; Kauffman, S.A.; Schuler, R. Optimal organizational size in a stochastic environment with externalities. Santa Fe Institute Working paper 99-04-024, 1999.
- MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7(1), p. 77-91, 1952.
- MATTHEWS, R. Firms, strategies, and co-operative games: elements of a stakeholding approach. In: Festschrift in Honor of Maurice Peston and Bernard Corry. Ed. Arestis. P.; DANIEL, S.; GRAHL, J. London: Edward Elgar, 1999.
- NELSON, R.; WINTER, S. An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Harvard university Press, 1982.
- PALMER, R. Statistical mechanics approach to complex optimization problems. In: The economy as an evolving complex system. Eds. Anderson, P.; Arrow, K.; Pines, D. Reading: Addison-Wesley, 1988.
- PORTER, M. The Structure within industry and companies' performance. *The Review of Economics and Statistics*, 62, p. 214-227, 1979.
- RIVKIN, J.W. Imitation of complex strategies. *Management Science*, 46, p. 824-844, 2000.

- RIVKIN, J.; SIGGELKOW, N. Organizational sticking points on NK landscapes. *Complexity*, 7(5), p. 31-43, 2002.
- RIVKIN, J.; SIGGELKOW, N. Designing organizations for turbulence and complexity. *Organization Science*, 16(2), p. 101-122, 2005.
- SCHOEMAKER, P. The expected utility model: its variants, purpose, evidence and limitations. *Journal of Economic Literature*, 20, p. 529–563, 1982.
- SHARPE, W. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, *Journal of Finance*, 19(3), p. 425-442, 1964.
- SIMON, H. Models of man New York: Wiley, 1957.
- TEECE, D.; PISANO, G; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, (18)7, pp. 509-533, 1997.
- VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. Theory of games and economic behavior. 3 ed, London, 1953.
- WEINBERGER, E. Local properties of Kauffman's NK model: a tunably rugged energy landscape. *Physics Review A*, 44, p. 6399-6413, 1991.
- WERNERFELT, B. A resource based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5, p. 171-181, 1984.
- WRIGHT, S. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. Proceedings - Sixth International. Congress of Genetics, p. 356-366, 1932.